

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-14357

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) IntCl.⁸

G 0 1 C 15/00
5/02

識別記号

F I

G 0 1 C 15/00
5/02

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-164468

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月20日

(71) 出願人 595031351

株式会社テクニカルシステム

大阪市淀川区宮原2丁目14番14号

(72) 発明者 高橋 純一郎

大阪市淀川区宮原2丁目14番14号 株式会
社テクニカルシステム内

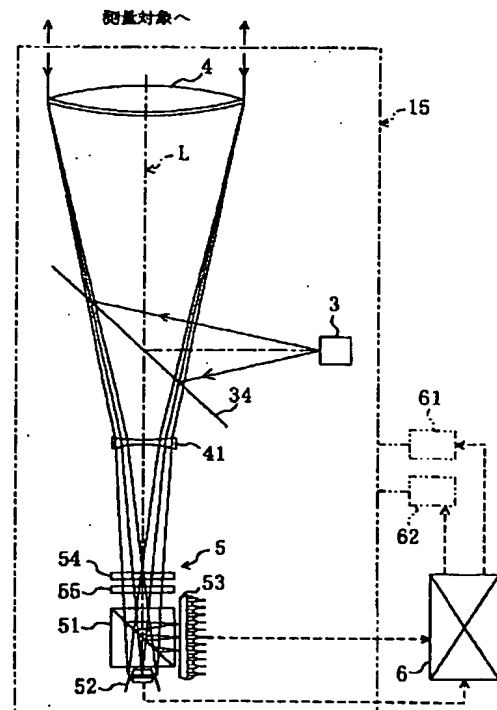
(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

(54) 【発明の名称】 測量機の自動追尾装置

(57) 【要約】

【課題】 測量対象2が対物レンズ4の光軸L上に位置するように測量機本体部15を回転させるようにした自動追尾装置において、測量対象までの距離が変化しても追尾精度が変動しないようにし、かつ高速の追尾を行えるようにする。

【解決手段】 対物レンズにより測量対象の像2aが結像される受光手段5に、それぞれ上下左右に延びるよう2つのCCDラインセンサ52、53を配設する。測量対象に対し十文字状に拡がるようにパルス光を投射する投光手段3を設ける。測量対象に配設した反射プリズム21で反射された反射光を受光し、測量対象の像の中心点の上下方向及び水平方向の位置を2つのCCDラインセンサにより検出する。像の中心点位置と対物レンズの光軸位置との偏差が零になるよう、駆動用モータ61、62の制御を行って測量機本体部を回転させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 測量対象から放射される位置検出用特徴光の像が対物レンズにより結像される受光手段と、測量機本体の姿勢を変化させる駆動手段とを備え、上記受光手段に結像される測量対象の像の中心点が上記対物レンズの光軸上に位置するように、上記受光手段からの出力信号に基づいて駆動手段を作動制御するようにした測量機の自動追尾装置において、

上記受光手段は、

上記対物レンズの光軸方向に直交する第 1 の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第 1 の光電変換手段と、

上記対物レンズの光軸方向に直交しかつ上記第 1 の設定方向と交差する第 2 の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第 2 の光電変換手段とを備えていることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 2】 測量対象から放射される位置検出用特徴光の像が対物レンズにより結像される受光手段と、測量機本体の姿勢を変化させる駆動手段とを備え、上記受光手段に結像される測量対象の像の中心点が上記対物レンズの光軸上に位置するように、上記受光手段からの出力信号に基づいて駆動手段を作動制御するようにした測量機の自動追尾装置において、

上記受光手段は、

上記対物レンズからの光の一部を透過させる一方、残りを反射させるビームスプリットと、

上記ビームスプリットからの透過光を受光する位置に設けられ、該透過光の光軸方向に直交する第 1 の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第 1 の光電変換手段と、

上記ビームスプリットからの反射光を受光する位置に設けられ、該反射光の光軸方向に直交しかつ上記第 1 の設定方向と交差する第 2 の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第 2 の光電変換手段とを備えていることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 において、第 1 及び第 2 の設定方向は互いに直交していることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 4】 請求項 3 において、

第 1 及び第 2 の光電変換手段は CCD ラインセンサであることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 5】 請求項 3 において、

測量対象に対し光を投射する投光手段と、

上記測量対象に配設されて上記投光手段から投射される光を反射する光線反射器とを備え、

受光手段は上記光線反射器により反射された光を位置検出用特徴光として受光するように構成されていることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、

投光手段は、互いに直交する第 1 及び第 2 の設定方向に

それぞれ偏って広がるように光を投射する 2 つの投光器を備え、測量対象に対し対物レンズの光軸に沿って光を投射するように構成されていることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 7】 請求項 6 において、

各投光器は、一端部が発光源に接続されかつ他端部がそれぞれ第 1 及び第 2 の設定方向に並設された光ファイバの束を備えていて、上記発光源で発生した光をそれぞれ上記光ファイバの他端部から投射するように構成されていることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【請求項 8】 請求項 3 ～請求項 7 のいずれか 1 つに記載の発明において、

第 1 及び第 2 の設定方向は、それぞれ鉛直方向及び水平方向に設定されており、

駆動手段は、測量機本体を鉛直軸及び水平軸の回りにそれぞれ回転作動させるように構成されていることを特徴とする測量機の自動追尾装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動あるいは静止している測量対象に望遠鏡の光軸を一致させるようにした測量機の自動追尾装置に関し、特に上記測量対象から放射される位置検出用の特徴光を受光して、その受光位置に基づいて上記測量対象の位置を正確に検出するようにした光学式位置検出の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、この種の測量機の自動追尾装置では、測量対象に対し位置検出用の特徴光を投射して該測量対象に配設された反射プリズムにより反射させ、この反射光を光電変換パネル等からなる受光手段により受光して、受光像の中心点と望遠鏡の光軸とが一致するように該望遠鏡を含む測量機本体の姿勢を変化させるようにしている。また、測量対象に投光手段を取付けて該投光手段から投射される特徴光を受光するようにしたものもある。

【0003】 そして、受光像の中心点を望遠鏡の光軸と一致させるためには、例えば特開平 6 - 3 4 7 2 7 0 号公報に開示されるように、上下左右に 4 分割された受光面を有する受光素子を用いたものや、特開平 7 - 1 9 8 3 8 3 号公報に開示されるように CCD エリアセンサ等を用いたものが知られている。すなわち、4 分割受光素子を用いたものでは、受光面を望遠鏡の光軸位置に対応する中央位置の周りに上下左右に 4 分割してにおいて、それらの各分割面における受光量差に基づいて受光像の中心点を検出し、該中心点が上記受光面の中央位置に位置付けられるように測量機本体の姿勢を変化させる。また、CCD エリアセンサを用いたものでは、測量対象の像を画像データとして取込んで、該像の中心点のアドレスと望遠鏡の光軸位置に対応する CCD エリアセンサの中心位置のアドレスとの偏差を演算し、そしてその偏差

に応じて測量機本体の姿勢を変化させるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前者の従来技術の如く4分割受光素子を用いた場合には、測量機と測量対象との間の距離が変化して受光像の大きさが変化したときに、上記4分割受光素子の中央位置と受光像の中心点との偏差量が等しくても各分割面における受光量差が変化してしまい、この結果、測量機と測量対象との間の距離の変化に起因して測量対象の追尾精度に変動が生じるという不具合がある。

【0005】一方、後者のCCDエリアセンサを用いた場合には、一般にCCDエリアセンサの画像取込み周期が約1/60秒であることから、これよりも短い時間間隔で位置検出を行い得ず、その上、CCDエリアセンサのエリア全体にわたる画像処理量が膨大なものであるため、画像処理演算に時間がかかってしまい、このため、高速の自動追尾が困難になるという不具合がある。尚、専用の高速画像処理装置を用いることも考えられるが、この場合には装置の大型化やコスト増大化の弊害が著しい。

【0006】加えて、上記従来の測量機の自動追尾装置においては、測量対象が遠く離れるに従い投光手段から投射される光が拡がって単位面積あたりの光量が小さくなることから、位置検出に必要な十分な光量を確保するために、遠距離の測量対象を追尾する場合には投光手段から投射する光の拡がり角を比較的狭くするようにしている。しかしこの場合には、測量対象からの反射光量は十分に大きくできるものの光の投射範囲が比較的狭くなるので、測量対象を見失い易くなるという不具合がある。

【0007】本発明は斯かる諸点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、受光手段の構成に工夫を凝らすことで、測量対象までの距離が変化しても追尾精度が変動しないようにするとともに、高速の追尾を行い得るようにすることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の解決手段では、受光手段において、長手方向に並設された多数の受光部を有する2つの光電変換手段を互いに交差する2方向に延びるように配設し、それぞれの光電変換手段における受光位置に基づいて上記2方向について受光像の中心点を検出するようにした。

【0009】具体的には、請求項1記載の発明は、測量対象から放射される位置検出用特徴光の像が対物レンズにより結像される受光手段と、測量機本体の姿勢を変化させる駆動手段とを備え、上記受光手段に結像される測量対象の像の中心点が上記対物レンズの光軸上に位置するように、上記受光手段からの出力信号に基づいて駆動手段を作動制御するようにした測量機の自動追尾装置を

対象とする。そして、上記受光手段は、上記対物レンズの光軸方向に直交する第1の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第1の光電変換手段と、上記対物レンズの光軸方向に直交しかつ上記第1の設定方向と交差する第2の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第2の光電変換手段とを備える構成とした。

【0010】この構成によれば、測量対象からの特徴光が第1及び第2の光電変換手段に受光され、その受光位置に基づいて第1及び第2の設定方向に関する上記測量対象の像の中心点位置が検出される。すなわち、上記第1の光電変換手段において特徴光を受光している受光部の範囲の中央位置が、上記測量対象の像の中心点の第1の設定方向に関する位置として検出される。同様に上記第2の光電変換手段において、上記測量対象の像の中心点の第2の設定方向に関する位置が検出される。そして、互いに交差する第1及び第2の設定方向のそれぞれに関する像の中心点位置が検出されれば、該像の中心点を特定して光軸位置との偏差を正確に求めることができ、この偏差に基づいて駆動手段により測量機本体の姿勢を変化させることによって、上記測量対象を正確に追尾することができる。

【0011】その際、測量機と測量対象との間の距離が変化して測量対象の像の大きさが変化したときでも、該像の中心点を正確に検出することができるため追尾精度の変動を防止することができる。また、第1及び第2の光電変換手段における多数の受光部はそれぞれ第1及び第2の設定方向にのみ並設されていればよいので、例えばCCDエリアセンサ等に比べて受光部の数は格段に少なく済む。このため、上記測量対象の像の中心点位置を求めるときに、不要な情報を著しく減少させて位置検出のための演算処理量を格段に少なくさせることができる。よって、比較的小規模の演算処理装置を用いても、位置検出のための時間を短縮することができ、これに伴い追尾動作の高速化を図ることができる。

【0012】請求項2記載の発明は、測量対象から放射される位置検出用特徴光の像が対物レンズにより結像される受光手段と、測量機本体の姿勢を変化させる駆動手段とを備え、上記受光手段に結像される測量対象の像の中心点が上記対物レンズの光軸上に位置するように、上記受光手段からの出力信号に基づいて駆動手段を作動制御するようにした測量機の自動追尾装置を対象とする。そして、上記受光手段は、上記対物レンズからの光の一部を透過させる一方、残りを反射させるビームスプリッタと、該ビームスプリッタからの透過光を受光する位置に設けられ、該透過光の光軸方向に直交する第1の設定方向に延びるように並設された多数の受光部を有する第1の光電変換手段と、上記ビームスプリッタからの反射光を受光する位置に設けられ、該反射光の光軸方向に直交しかつ上記第1の設定方向と交差する第2の設定方向

に延びるように並設された多数の受光部を有する第2の光電変換手段とを備える構成とした。

【0013】この構成によれば、請求項1記載の発明と同様、測量対象の像の中心点位置を特定して光軸位置との偏差を正確に求めることができ、この偏差に基づいて駆動手段を制御することで上記測量対象を正確に追尾することができる。その際、測量機と測量対象との間の距離が変化しても追尾精度の変動を防止することができ、また、比較的小規模の演算処理装置を用いて高速の追尾を行うことができる。

【0014】加えて、対物レンズからの光をビームスプリッタにより分割して、それぞれ異なる箇所に配置した第1及び第2の光電変換手段に別々に入射させるようにしているため、該2つの光電変換手段の配置の自由度が向上する。

【0015】請求項3記載の発明では、請求項1又は請求項2記載の発明における第1及び第2の設定方向が互いに直交している。

【0016】このことで、測量対象の像の中心点位置が上記第1及び第2の設定方向に関して検出されれば、この検出結果から直接的に上記測量対象の像の中心点位置を求めることができる。よって、位置検出のための演算処理の容易化が図られる。

【0017】請求項4記載の発明では、請求項3記載の発明における第1及び第2の光電変換手段としてCCDラインセンサを用いることにより、比較的低コストで高い検出精度が得られる。

【0018】請求項5記載の発明では、請求項3記載に発明において、測量対象に対し光を投射する投光手段と、上記測量対象に配設されて上記投光手段から投射される光を反射する光線反射器とを備え、受光手段は上記光線反射器により反射された光を位置検出用特徴光として受光する構成とした。

【0019】この構成では、投光手段から投射された光が光線反射器により反射されて、位置検出用特徴光として測量対象から放射されるようになる。すなわち、測量対象には光線反射器を設けるだけでよく、発光手段を設ける必要がないので、システムの構成が簡易なものになる。なお、光線反射器としては例えば反射プリズムを用いればよい。

【0020】請求項6記載の発明では、請求項5記載の発明における投光手段は、互いに直交する第1及び第2の設定方向にそれぞれ偏って拡がるように光を投射する2つの投光器を備え、測量対象に対し対物レンズの光軸に沿って光を投射する構成とした。

【0021】すなわち、2つの投光器から投射される光は対物レンズの光軸に沿って投射され、互いに直交する第1又は第2の設定方向にそれぞれ偏って拡がって十文字状に投射される。このため、全方向に均一に拡がるように投射される場合に比べて実際の投光範囲は狭くなる

ものの、その分、単位面積あたりの光量を高めることができる。しかも、上記第1及び第2の設定方向に関しては、それぞれ狭いながらも十分な長さの投光範囲が確保され、光の投射範囲は実質的に大きな外径を有するものになる。従って、本発明では、測量対象に投射する光の投射範囲を実質的に狭くすることなく単位面積あたりの光量を十分に高めることができ、これにより測量対象を検出し易くかつ見失い難くすることができる。

【0022】請求項7記載の発明では、請求項6記載の発明における各投光器は、一端部が発光源に接続されかつ他端部がそれぞれ第1及び第2の設定方向に並設された光ファイバの束を備えていて、上記発光源で発生した光をそれぞれ上記光ファイバの他端部から投射する構成とした。

【0023】この構成では、請求項6記載の発明における各投光器の構成が具体的に特定され、発光源で発生した光が光ファイバを介してそれぞれ第1及び第2の設定方向に偏って拡がるように投射される。すなわち、光ファイバを用いることで発光源からの光の投射方向を容易に設定することができ、しかも発光源の配置の自由度が向上してこれに伴い投光手段のコンパクト化が可能になる。

【0024】請求項8記載の発明では、請求項3～請求項7のいずれか1つに記載の発明における第1及び第2の設定方向は、それぞれ鉛直方向及び水平方向に設定した。そして、駆動手段は、測量機本体を鉛直軸及び水平軸の回りにそれぞれ回転作動させる構成とした。

【0025】この構成では、請求項3～請求項7記載の発明における第1及び第2の設定方向が、それぞれ鉛直方向及び水平方向に特定される。そして、この各方向について検出された測量対象の像の中心点位置に基づいて、駆動手段により測量機本体が鉛直軸及び水平軸の回りにそれぞれ回転作動されて測量対象を追尾するようになる。すなわち、第1及び第2の光電変換手段により検出される測量対象の像の中心点位置から、直接的に、駆動手段による測量機本体の回転作動量が求められるようになる。よって、追尾作動における駆動手段の制御の容易化が図られ、これに伴い追尾の高速化が可能になる。

【0026】また、投光手段から投射される十文字状の光は鉛直方向及び水平方向にそれぞれ偏って拡がるようになるため、投光手段を測量機本体と一体に配設して鉛直軸又は水平軸の回りに旋回させるようにすれば、投射光の投光範囲を容易に極めて広いものとすることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0028】図1は本発明に係る自動追尾システムを備えた測量機1を示す。この測量機1は、三脚11により測量原点位置に水平に支持された下盤12を備える。こ

の下盤 1 2 の上方には水平盤 1 3 が鉛直軸 y 回りに旋回可能に配設され、該水平盤 1 3 の上方には、測量機本体部 1 5 が左右一対の支柱 1 4、1 4 により水平軸 x 回りに回転可能に支持されている。そして、この測量機本体部 1 5 は後述の如く測量対象 2 を自動的に追尾するとともに、該測量対象 2 の上記測量原点位置に対する相対位置を計測するものである。なお 1 6 はオペレータによる視準用の望遠鏡である。

【0029】また図 2 は上記測量機本体部 1 5 に設けられた位置検出用の光学系を示し、3 は測量対象 2 に対し位置検出用の特徴光を投射する投光手段、4 は該測量対象 2 に配設された光線反射器としての反射プリズム 2 1 からの反射光を結像させる対物レンズ、5 はこの対物レンズ 4 からの光を受光して上記測量対象 2 の像 2 a の中心点 C を検出するための受光手段である。そして、該受光手段 5 からの入力信号を受けたコントローラ 6 により駆動手段としての駆動用モータ 6 1、6 2 が作動されて、上記測量機本体 1 5 が水平軸 x 及び鉛直軸 y の回りに回転されるようになっていく。

【0030】上記投光手段 3 は、図示しない発光源としての半導体レーザ装置により発生されたパルス光を、第 1 の設定方向としての上下方向（y 方向）、及び第 2 の設定方向としての水平方向（x 方向）にそれぞれ偏って広がるように投射するようになっていく。すなわち、上記投光手段 3 は、一端部が上記半導体レーザ装置に接続される一方、他端部が図 3 に示すように上下方向及び水平方向にそれぞれ並設された光ファイバ 3 1、3 1、…の束を備えている。そして、上記半導体レーザ装置で発生したパルス光は、各光ファイバ 3 1、3 1、…の他端部から投射されて、上下左右に十文字状に拡がりつつハーフミラー 3 4 により反射され、対物レンズ 4 により絞られて所定の拡がり角とされて、該対物レンズ 4 の光軸 L に沿って測量対象 2 に対し投射される。このように光ファイバ 3 1、3 1、…を用いた構成とすることで、光の投射方向の設定が容易になり、また半導体レーザ装置の配置の自由度が向上して、これに伴い投光手段 3 がコンパクトな構成とされている。

【0031】上記受光手段 5 は、対物レンズ 4 により集光された光の像が凹レンズ 4 1 を介して結像されるものであり、上記対物レンズ 4 からの光の略 50 % を透過させる一方、残りの略 50 % を反射させるビームスプリッタ 5 1 と、上記ビームスプリッタ 5 1 からの透過光を受光する位置に上下方向に配置された第 1 の光電変換手段としての第 1 CCD ラインセンサ 5 2 と、上記ビームスプリッタ 5 1 からの反射光を受光する位置に水平方向に配置された第 2 の光電変換手段としての第 2 CCD ラインセンサ 5 3 とを備えている。このように対物レンズ 4 からの光をビームスプリッタ 5 1 により分割して、別々に配置された第 1 及び第 2 の 2 つの CCD ラインセンサ 5 2、5 3 に入射させる構成とすることで、該 2 つの C

CD ラインセンサ 5 2、5 3 の配置の自由度が向上している。なお、5 4、5 5 は、それぞれ半導体レーザ装置 5 1 で発生されるパルス光を含む特定波長領域の光のみを透過させる光学フィルタである。

【0032】上記第 1 CCD ラインセンサ 5 2 は、図 4 に示すように、ビームスプリッタ 5 1 からの透過光の光軸 L に対応する基準受光位置 S1 を通って上下方向（y 方向）に延びるように配置されており、上下方向に例えば 8 ミクロン刻みで並設された多数の受光部としての受光セルを有する受光面 5 2 a により、測量対象 2 の像 2 a の上下方向位置を高精度に検出する。すなわち、上記第 1 CCD ラインセンサ 5 2 の受光面 5 2 a は、投光手段 3 における上下方向に配設された光ファイバ 3 1、3 1、…から投射されたパルス光を受光する。そして測量対象 2 の像 2 a に対応する受光範囲（同図に斜線で示す範囲）の各受光セルのアドレスがコントローラ 6 に対して出力され、この信号入力を受けたコントローラ 6 により、それらの受光セルのうちの中央の受光セルのアドレスが上記像 2 a の中心点 C の上下方向に関する位置として高精度に検出される。

【0033】同様に上記第 2 CCD ラインセンサ 5 3 は、図 5 に示すように、ビームスプリッタ 5 1 からの反射光の光軸 L に対応する基準受光位置 S2 を通って水平方向（x 方向）に延びるように配置され、受光面 5 3 a により測量対象 2 の像 2 a の水平方向位置を検出する。そして、該第 2 CCD ラインセンサ 5 2 からの出力信号に基づいて上記像 2 a の中心点 C の水平方向位置が高精度に検出される。

【0034】また測量対象 2 が遠ざかったときには、測量機 1 との距離に応じて測量対象 2 の像 2 a の外径は小さくなるが、該像 2 a の中心点 C は、図 6 及び図 7 に示すように測量機 1 と測量対象 2 との間の距離の変化に関係なく高精度に検出される。

【0035】なお、上記第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 における電荷の充放電のタイミングは、パルス光の発光のタイミングに同期するように制御されており、このことで上記第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 に対するパルス光以外の外光の入射を低減させて、パルス光の S/N 比を向上させるようにしている。

【0036】そして、コントローラ 6 は、上記第 1 及び第 2 の 2 つの CCD ラインセンサ 5 2、5 3 からの出力信号を受けて、基準受光位置 S1、S2 に対する測量対象 2 の像 2 a の中心点 C の上下方向及び水平方向に関する偏差量を演算し、該偏差量が零になるように駆動モータ 6 1、6 2 の作動を制御する。これにより、測量機本体部 1 5 が水平軸 x 及び鉛直軸 y の回りに回転されて、上記測量対象 2 の像 2 a の中心点 C が基準受光位置 S1、S2 に位置するようになる。つまり、測量対象 2 が対物レンズ 4 の光軸 L の延長線上に位置づけられるように、

測量機本体部 1 5 の姿勢が変更される。

【0037】次に、上記実施形態に係る測量機 1 を用いた測量作業の手順に沿って、自動追尾装置の作動及びその作用効果を説明する。

【0038】上記測量機 1 を用いて測量対象 2 の位置計測を行うときには、まず、反射プリズム 2 1 を配設した測量対象 2 を視認し得る場所に測量原点位置を定め、この測量原点位置に測量機 1 を設置する。そして、視準用望遠鏡 1 6 の視野内に上記測量対象 2 の反射プリズム 2 a が認められるように測量機本体 1 5 の方向を概略設定し、その後自動追尾装置を作動させて投光手段 3 からパルス光を投射する。

【0039】すなわち、半導体レーザ装置 3 1 で発生したパルス光が対物レンズ 4 を介して測量対象 2 に対し投射される。その際、上記パルス光が上下左右にそれぞれ偏って十文字状に広がるため、全方向に均一に広がる場合に比べて実際の投光範囲は狭くなるものの、その分、単位面積あたりの光量を高めることができる。しかも、上下方向又は水平方向に関してそれぞれ狭いながらも十分に長い投光範囲が確保される。つまり、測量対象 2 に投射する光の投射範囲を実質的に狭くすることなく単位面積あたりの光量を十分に高めることができる。よって、測量対象 2 を検出し易くかつ見失い難いものにすることができる。

【0040】そして、反射プリズム 2 1 で反射されて返ってきたパルス光は、対物レンズ 4 で集光されて受光手段 5 により受光される。すなわち、上記対物レンズ 4 により集光された光はビームスプリッタ 5 1 により透過光と反射光とに分割され、それぞれ第 1 又は第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 の受光面 5 2 a、5 3 a に入射する（図 4～図 7 参照）。そして、第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 からの出力信号に基づいて測量対象 2 の像 2 a の中心点 C の上下方向及び水平方向に関する位置がそれぞれ検出され、上記像 2 a の中心点 C と基準受光位置 S1、S2 との、上下方向及び水平方向の偏差が正確にかつ直接的に演算される。

【0041】その際、測量対象 2 が測量機 1 の比較的近くにあつて（図 4 及び図 5 参照）像 2 a の外径が比較的大きい場合にも、また反対に測量対象 2 が測量機 1 から比較的遠くにあつて（図 6 及び図 7 参照）像 2 a の外径が比較的小さい場合にも、該像 2 a の中心点 C と基準受光位置 S1、S2 との偏差量は変化しない。このため、測量機 1 と測量対象 2 との間の距離が変化しても該測量対象 2 の追尾精度の変動を防止することができる。また第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 の受光面 5 2 a、5 3 a においては、受光セルが長手方向にのみ並設されていればよいので、従来までの自動追尾装置における CCD エリアセンサ等に比べて受光セルの数は格段に少なくなっている。このため、測量対象 2 の像 2 a の中心点 C を検出するときの演算処理量が著しく少なくて

済むようになる。よって、コントローラ 6 を比較的小規模の演算処理装置としても、位置検出のための演算時間を短縮することができ、これに伴い追尾動作の高速化を図ることができる。

【0042】そして、第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 により検出された上下方向及び水平方向の偏差に応じて、コントローラ 6 により駆動用モータ 6 1、6 2 が作動され、これにより測量機本体部 1 5 が水平軸 x 及び鉛直軸 y の回りに回転される。その際、上記駆動用モータ 6 1、6 2 の制御量は上記上下方向及び水平方向の偏差量から直接的に求められるため、追尾作動における制御の容易化が図られる。

【0043】上述の如く測量機本体部 1 5 が測量対象 2 を自動的に追尾作動して、該測量対象 2 の像 2 a の中心点 C が基準受光位置 S1、S2 に常に位置するようにされた状態で、オペレータの操作により測量対象 2 の位置計測が行われる。すなわち、図示しないが測距用レーザ発振器から反射プリズム 2 1 に測距用レーザが投光される一方、この反射プリズム 2 1 から反射されるレーザ光線が測距用受光部で受光され、往復するレーザ光線の光波が計数されて測量対象 2 までの直線距離が計測される。またその際、測量機本体 1 5 の水平軸 x 及び鉛直軸 y 回りの回転角度がそれぞれエンコーダにより検出されて、この回転角度に基づいて上記測量対象 2 の水平角及び鉛直角が計測される。

【0044】したがって、この実施形態に係る測量機 1 によれば、移動する測量対象 2 を測量機 1 により自動的に追尾させることができ、該測量対象 2 の位置計測を極めて容易に実行することができる。その際、上記測量機 1 と測量対象 2 との間の距離が変化しても追尾作動に変動が生ずることがないため、測量精度が高精度に保たれる。また、上記測量対象 2 を見失うことなくかつ高速で自動追尾することができる。

【0045】＜他の実施形態＞なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の実施形態を包含するものである。すなわち上記実施形態では、受光手段 5 において対物レンズ 4 からの光をビームスプリッタ 5 1 により分割して互いに異なる位置に配置した第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 に入射させるようにしているが、これに限らず、例えば CCD ラインセンサを十文字状に配置しておいて、そこに光を入射させるようにしてもよい。

【0046】上記実施形態では、第 1 及び第 2 の光電変換手段としての第 1 及び第 2 CCD ラインセンサ 5 2、5 3 を互いに直交するように上下方向又は左右方向に配置しているが、これに限らず、例えば 2 つの CCD ラインセンサを互いに 45 度で交差するように配置してもよく、また 3 つ以上の CCD ラインセンサを互いに交差するように配置してもよい。さらに、CCD ラインセンサ以外の受光素子を用いることも可能である。

【0047】上記実施形態では、投光手段3により、投射方向に対して十文字に広がるようにパルス光を投射するようにしたが、これに限らず、例えば円形状又は楕円形状もしくは矩形状に広がるように光を投射するようにしてもよく、また投射する光はパルス光でなくてもよい。

【0048】上記実施形態では、投光手段3から投射されたパルス光を対物レンズ4を介して測量対象2へ投射するようにしているが、これに限らず、例えば図8に示すように対物レンズ4の中心部に貫通孔4aを形成し、この貫通孔4aを通過させてパルス光を測量対象2へ投射するようにしてもよい。

【0049】上記実施形態では、投光手段3として、半導体レーザ装置31で発生させたパルス光を、光ファイバ32a、33aの束を介して上下方向又は水平方向に偏って広がるように投射する構成としたが、これに限らず、例えば複数の半導体レーザ装置を上下方向又は水平方向に並設してそれぞれ光を投射するように構成してもよい。

【0050】上記実施形態では、位置検出用の特徴光を投光手段3から測量対象2に対し投射するようにしているが、これに限らず、測量対象に例えば半導体レーザ等からなる投光手段を配設して、そこから光を投射させるようにしてもよい。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明における測量機の自動追尾装置によれば、第1及び第2の光電変換手段を互いに交差するように設けて測量対象の像の中心点と対物レンズの光軸位置との偏差を求めるようにし、この偏差に基づいて測量機本体の姿勢を変化させるようにした。このことで、測量機と測量対象との間の距離が変化しても追尾精度の変動を防止することができる。また、従来のCCDエリアセンサ等と比べて位置検出のための演算処理量を格段に少なくすることができるので、比較的小規模の演算処理装置を用いても位置検出のための時間を短縮して追尾作動の高速化を図ることができる。

【0052】請求項2記載の発明では、上記請求項1記載の発明と同様の効果が得られる上、第1及び第2の光電変換手段をそれぞれ異なる箇所に配置することができ、それらの配置の自由度が向上する。

【0053】請求項3記載の発明では、第1及び第2の設定方向を互いに直交するように設定したので、位置検出のための演算処理の容易化が図られる。

【0054】請求項4記載の発明では、光電変換手段としてCCDラインセンサを用いたことで比較的低コストで高い検出精度が得られる。

*【0055】請求項5記載の発明によれば、測量対象には光線反射器を設けるだけでよいので、システムの構成が簡易なものになる。

【0056】請求項6記載の発明によれば、測量対象に投射する光の投射範囲を実質的に狭くすることなく単位面積あたりの光量を十分に高めることができ、測量対象を検出し易かつ見失い難いものにすることができる。

【0057】請求項7記載の発明によれば、光ファイバを用いることで発光源からの光の投射方向を容易に設定することができ、しかも発光源の配置の自由度が向上して投光手段のコンパクト化が図られる。

【0058】請求項8記載の発明によれば、測量機の追尾作動における制御の容易化及び追尾の高速化が図られ、さらに、投射光の投光範囲を容易に極めて広いものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る測量機の概略構成を示す側面図である。

【図2】測量機本体部に設けられた位置検出用の光学系を示す上面図である。

【図3】投光手段において上下左右に延びるように並設された光ファイバの端部を示す正面図である。

【図4】第1CCDラインセンサによる測量対象の像の上下方向の位置検出を示す模式図である。

【図5】第2CCDラインセンサによる測量対象の像の水平方向の位置検出を示す模式図である。

【図6】測量対象が比較的遠くにある場合の図4相当図である。

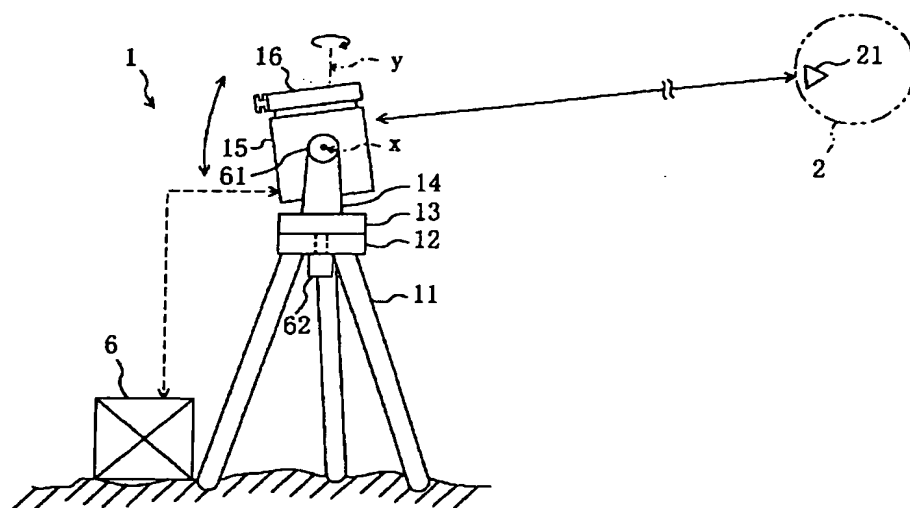
【図7】測量対象が比較的遠くにある場合の図5相当図である。

【図8】他の実施形態に係る図2相当図である。

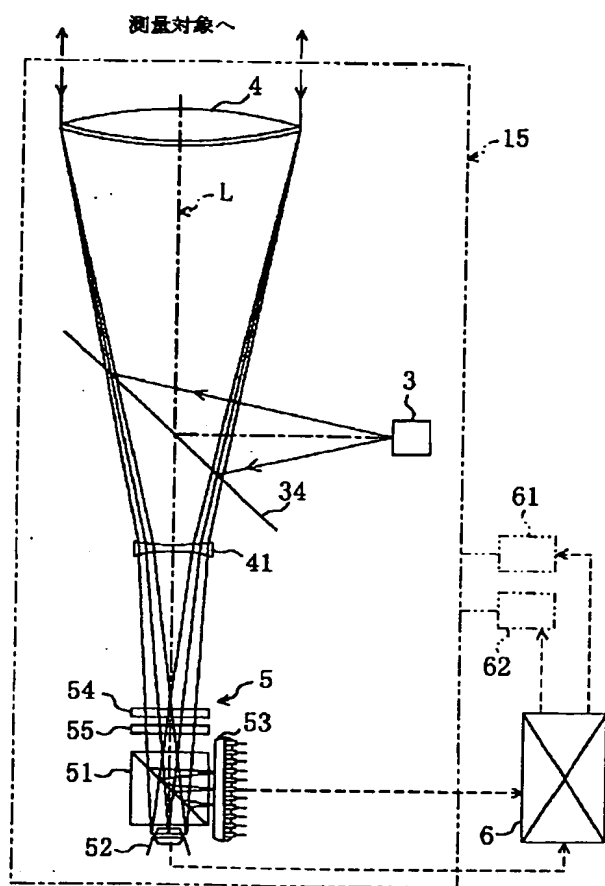
【符号の説明】

1	測量機
2	測量対象
2a	測量対象の像
3	投光手段
4	対物レンズ
5	受光手段
21	反射プリズム（光線反射器）
31, 31…	光ファイバ
51	ビームスプリッタ
52, 53	CCDラインセンサ
61, 62	駆動用モータ（駆動手段）
C	測量対象の像の中心点
L	対物レンズの光軸
S1, S2	基準受光位置

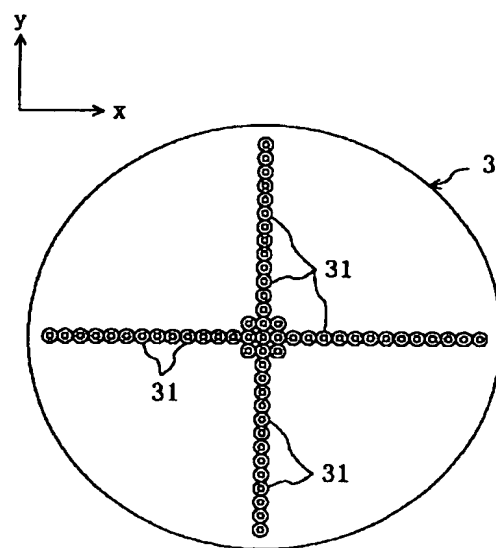
【図 1】



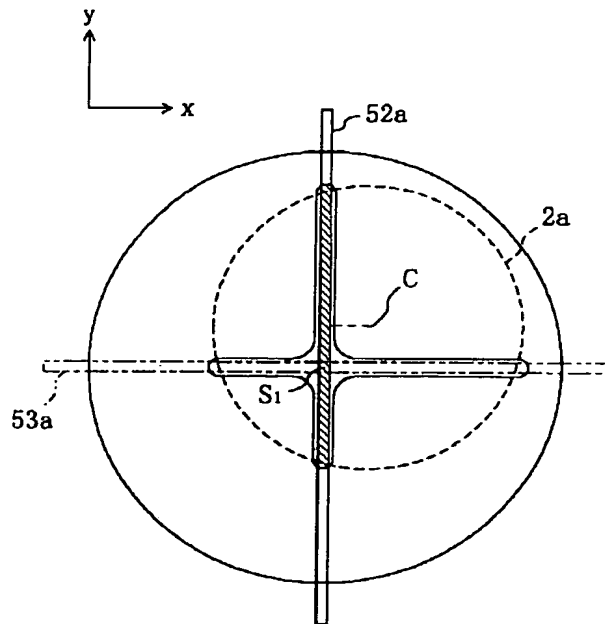
【図 2】



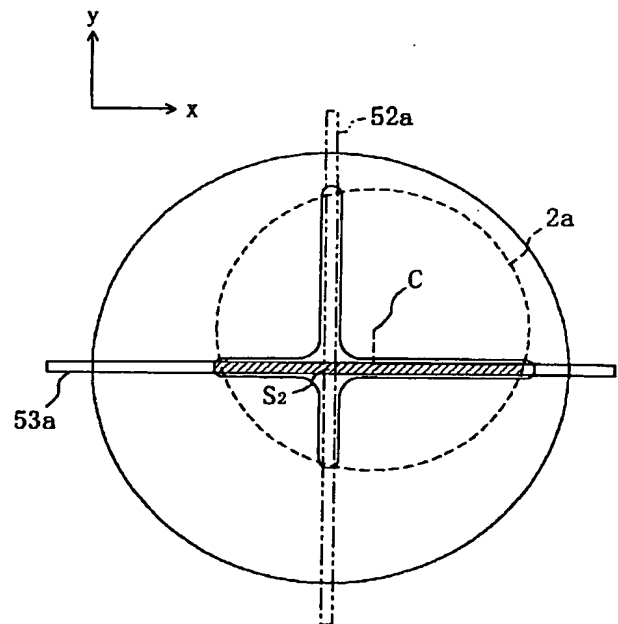
【図 3】



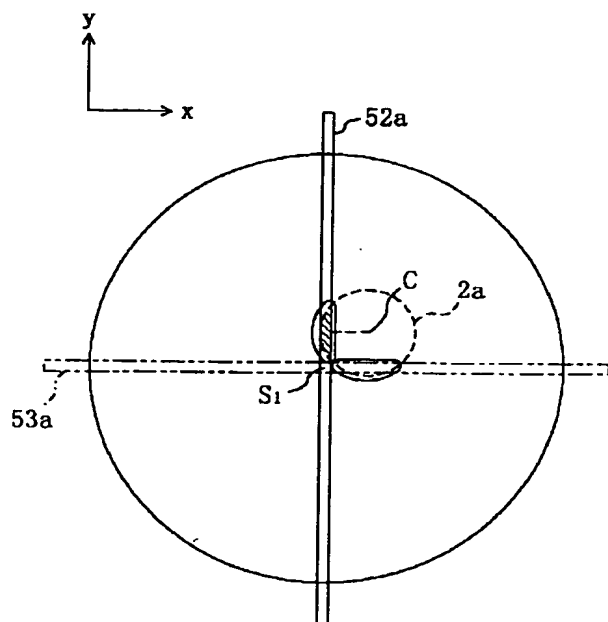
【図 4】



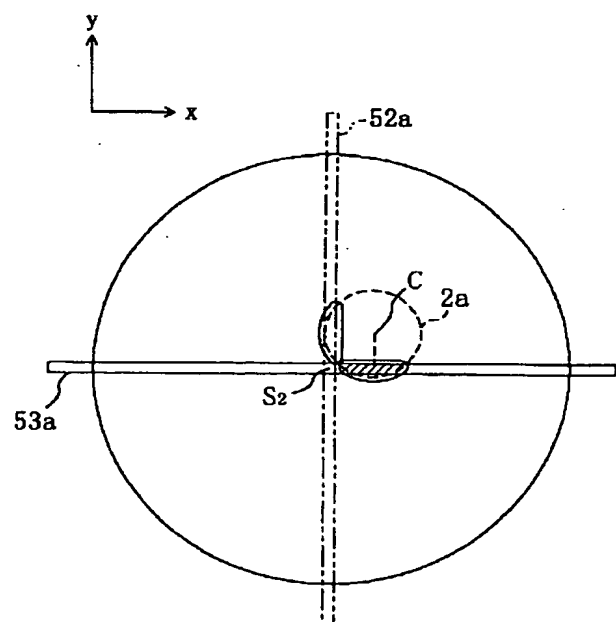
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

